

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

Кафедра електричної інженерії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Перший проректор

_____ Леонід Бачурін

«_____» _____ 20__ р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ВБ 1.6 Нагнітачі та теплові двигуни. Частина 1

Рівень освіти: перший (бакалаврський)

Спеціальність: 144 Теплоенергетика

Мова навчання: українська

Робоча програма навчальної дисципліни «Нагнітачі та теплові двигуни. Частина 1» для здобувачів вищої освіти за спеціальністю 144 Теплоенергетика (ОПП «Теплоенергетика», бакалавр)

« ____ » _____ 2021 року, 8 с.

Розробник: Немцев Е.М., старший викладач кафедри електричної інженерії

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри електричної інженерії

Протокол № 3 від « 30 » 09 2021 р.

Завідувач кафедри електричної інженерії

_____ к.т.н., доц. Колларов О.Ю.
(підпис)

« ____ » _____ 20 ____ р

Схвалено Науково-методичною комісією галузі знань 14 Електрична інженерія

Протокол № ____ від « ____ » _____ 20 ____ р.

« ____ » _____ 20 ____ р. Голова _____ (_____) (підпис) (прізвище та ініціали)

1. Загальна інформація

Форма навчання	Денна	Заочна
Статус	Вибіркова	
Обсяг в кредитах ЄКТС	6	6
Обсяг в годинах за навчальним планом, разом: в тому числі:	180	180
лекції:	32	6
практичні заняття:	32	6
лабораторні заняття:	–	–
семінари:	–	–
самостійна робота:	116	168
Форма підсумкового контролю	Екзамен	
Дисципліну викладають	Немцев Едуард Миколайович http://elin.donntu.edu.ua eduard.niemtsev@donntu.edu.ua	

Передумови для вивчення дисципліни: «Технічна термодинаміка», «Гідрогазодинаміка», «Тепломасообмін», «Фізико-хімічні процеси в теплоенергетиці», «Вогнетриви та ізоляційні матеріали», «Теплотехнічні процеси та установки», «Електричні машини».

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни «Нагнітачі та теплові двигуни. Частина 1» є формування у студентів знань та умінь, необхідних для експлуатації, проектування і удосконалення роботи нагнітачів, вивчення теоретичних основ і принципу дії нагнітачів: насосів, вентиляторів та компресорів, що знайшли широке використання в енергетичному господарстві промислових підприємств; вивчення конструкції зазначених машин і апаратів, методів їх розрахунку та пошук шляхів їх ефективної роботи.

Дисципліна «Нагнітачі та теплові двигуни. Частина 1» вивчається у п'ятому семестрі освітньої програми поряд з дисциплінами «Математичні моделі в теплоенергетиці», «Теплові мережі», «Вторинні енергоресурси та енергозбереження», «Теплотехнічні вимірювання та прилади».

Фахові компетентності:

ФК5. Здатність визначати, досліджувати та розв'язувати проблеми у сфері теплоенергетики, а також ідентифікувати обмеження, включаючи ті, що пов'язані з інженерними аспектами і проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в теплоенергетичній галузі.

ФК11. Здатність забезпечувати якість в теплоенергетичній галузі.

Програмні результати навчання:

ПРН4. Аналізувати і використовувати сучасні інженерні технології, процеси, системи і обладнання у сфері теплоенергетики.

ПРН6. Виявляти, формулювати і вирішувати інженерні завдання у теплоенергетиці; розуміти важливість нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) обмежень.

ПРН11. Мати лабораторні/технічні навички, планувати і виконувати експериментальні дослідження в теплоенергетиці за допомогою сучасних методик і обладнання, оцінювати точність і надійність результатів, робити обґрунтовані висновки.

ПРН16. Розуміти нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) наслідки інженерної практики.

ПРН18. Вміти керувати професійною діяльністю, участі у роботі над проектами, відповідальності за прийняття рішень у сфері теплоенергетики.

3. Очікувані результати навчання

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Нагнітачі та теплові двигуни. Частина 1» студент повинен:

знати:

- загальний устрій і технологічні схеми надійної і безпечної експлуатації нагнітачів;
- принципи роботи та фізичні основи роботи нагнітачів;
- особливості експлуатації нагнітачів;
- характеристики машин, що серійно випускаються у промисловості.

вміти:

- здійснювати інженерні розрахунки основних процесів, що мають місце в сучасних теплоенергетичних установках;
- розраховувати основні характеристики машин з урахуванням змінних умов експлуатації та природи робочого тіла;
- визначати та розраховувати економічні режими роботи;
- визначати безпечні умови роботи обладнання та загальні засади автоматизації;
- визначати основні габаритні та установчі розміри технологічного обладнання.

4. Засоби діагностики результатів навчання

Засобами оцінювання та методами представлення результатів навчання дисципліни «Нагнітачі та теплові двигуни. Частина 1» є:

- екзамен, що проводиться у письмовій формі в обсязі матеріалу, визначеного навчальною програмою дисципліни «Нагнітачі та теплові двигуни. Частина 1» і в терміни, встановлені навчальним планом.
- розрахункова робота на тему «Вибір нагнітача та розрахунок гідравлічної мережі».
- на практичних заняттях, шляхом проведення опитування для оцінки рівня засвоєння студентом поточної теми. Поточний контроль має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання конкретної роботи. Контроль за навчально-пізнавальною діяльністю здійснюється у фронтальній, груповій, індивідуальній формах, перевірки виконання ситуативних задач тощо. Оцінка наданих відповідей здійснюється шляхом виставлення відповідних балів, які сумуються протягом семестру.

5. Критерії оцінювання результатів навчання

Під час семестрового контролю враховуються результати виконання практичних робіт та якості виконання індивідуального завдання відповідно до розподілу балів, які отримують студенти:

– д.ф.н.:

Пр. 1	Пр. 2	Пр. 3	Пр. 4	Пр. 5	Пр. 6	Пр. 7	Пр. 8	ІНДЗ	Поточний контроль	Іспит	Максимальний бал
3	3	3	3	3	3	3	3	16	40	60	100
2	2	2	2	2	2	2	2	8	24	60	84

– з.ф.н.:

Пр. 1	Пр. 2	Пр. 3	Пр. 4	Пр. 5	Пр. 6	Пр. 7	Пр. 8	ІНДЗ	Поточний контроль	Іспит	Максимальний бал
4	4	4	4	4	4	–	–	16	40	60	100
2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	–	–	9	24	60	84

Примітки: 1) Пр1, Пр2 і т.д практичні роботи;

2) У числівнику максимальний бал – при своєчасному та правильному виконанні, у знаменнику – мінімальний (при правильному, але несвоечасному виконанні).

Оцінювання проводиться з урахуванням вимог «Положення про організацію освітнього процесу». Результати підсумкового контролю оцінюються за 100-бальною шкалою та чотирибальною («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно»). Відповідність між шкалами встановлюється наступним чином:

Оцінка	
За 100-бальною шкалою	Для екзамену, курсового проекту(роботи), практики, диференційованого заліку, кваліфікаційного екзамену, випускної кваліфікаційної (дипломної) роботи (проекту)
90-100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

6 Програма навчальної дисципліни

6.1. Основні теми дисципліни

Тема 1. Загальні відомості про нагнітачі.

Значення нагнітачів в забезпеченні високопродуктивної роботи теплоенергетичних підприємств. Класифікація та особливості роботи різних типів нагнітачів. Параметри, що характеризують роботу установки. Принцип дії й основні елементи нагнітачів.

Тема 2. Кінематика потоку рідини в робочому колесі відцентрової і осьової машини.

Основне рівняння турбомашини. Елементи вихрової й струминної теорії роботи відцентрових і осьових машин. Теоретична продуктивність і напір різних типів коліс турбомашин.

Тема 3. Теоретичні напірні характеристики турбомашин.

Поняття про тип і серію подібних машин. Основні умови подоби турбомашин. Закони пропорційності. Перерахування характеристик геометрично подібних турбомашин. Коефіцієнт швидкохідності.

Тема 4. Характеристики зовнішніх мереж нагнітачів.

Постійна трубопроводу і її аналітичний зв'язок з еквівалентним отвором. Робочі режими турбоустановок, умови стійкості та економічності їх роботи. Способи регулювання режиму роботи різних турбоустановок.

Тема 5. Призначення, класифікація вентиляторних установок.

Вимоги правил безпеки, що пред'являють до вентиляторних установок. Конструкція осьових і відцентрових вентиляторів. Типаж осьових і відцентрових вентиляторів.

Тема 6. Параметри відцентрових і осьових вентиляторів.

Порівняння відцентрових і осьових вентиляторів для конкретних умов роботи. Пристрої для регулювання напірних характеристик відцентрових і осьових вентиляторів. Області промислового використання вентиляторів.

Тема 7. Спільна робота вентиляторів на загальну вентиляційну мережу.

Визначення робочого режиму вентилятора. Економічні параметри роботи вентиляторних установок. Енергоустаткування вентиляторів.

Тема 8. Призначення, класифікація водовідливних та водопостачальних установок.

Вимоги правил безпеки, що до них пред'являють до водовідливних та водопостачальних установок. Технологічні схеми водовідливу та водопостачання. Основне устаткування насосних установок.

Тема 9. Кавітація в насосних установках.

Визначення припустимої висоти усмоктування відцентрових насосів. Способи регулювання режимів роботи насосів.

Тема 10. Послідовна та паралельна робота насосів.

Визначення робочого режиму насоса. Способи регулювання відцентрованих насосів.

Тема 11. Устрій трубопроводів насосних установок.

Устрій та розрахунок трубопроводу та визначення режиму роботи насоса на прийнятій трубопровод.

Тема 12. Насоси об'ємного принципу дії (поршневі, гвинтові), вихрові насоси.

Тема 13. Устаткування насосних станцій.

Визначення потужності двигуна. Техніко-економічні показники роботи насосних установок.

Тема 14. Компресорні установки.

Поршневі компресори. Схема і принцип дії поршневого компресора. Поняття ідеального компресора. Теоретичний робочий процес одноступінчатого поршневого компресора. Індикаторні діаграми залежно від процесу стиснення.

Тема 15. Багатоступінчатє стиснення повітря в компресорах.

Індикаторні діаграми багатоступінчатого стиснення. Переваги та недоліки багатоступінчатого стиснення.

Тема 16. Турбокомпресори.

Принцип роботи турбокомпресорів. Тиск, що створюється робочим колесом. Повна робота, що витрачається на стиснення повітря. Багатоступінчатє стиснення. Охолодження повітря в турбокомпресорах.

6.2. Теми практичних (семінарських) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Д.ф.н.	З.ф.н.
1	Практична робота 1 (до теми 1). Позначення, класифікація та особливості конструкції відцентрових і осьових турбомашин.	4	1
2	Практична робота 2 (до тем 5 – 7). Вивчення конструкції та основних складових елементів осьових вентиляторів.	4	1
3	Практична робота 3 (до тем 5 – 7). Вивчення конструкції та основних складових елементів відцентрових вентиляторів.	4	1
4	Практична робота 4 (до тем 8 – 10). Вивчення конструктивних особливостей відцентрових насосів.	4	1
5	Практична робота 5 (до тем 8 – 10). Перевірка «теореми подібності» та формул перерахунку подібних насосів.	4	1
6	Практична робота 6 (до тем 8 – 10). Особливості конструкції відцентрових секційних насосів серій Д, ЦНС.	4	1
7	Практична робота 7 (до теми 11). Устрій трубопроводів насосних установок, розрахунок трубопроводу та визначення режиму роботи насоса на прийнятий трубопровід.	4	—
8	Практична робота 8 (до тем 14 – 16). Устрій повітропроводів компресорних установок, розрахунок повітропроводу та визначення режиму роботи компресора.	4	—
Усього годин		32	6

6.3. Теми лабораторних занять

Навчальним планом не передбачено.

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Д.ф.н.	З.ф.н.
1	Тема 1. Загальні відомості про нагнітачі.	6	9
2	Тема 2. Кінематика потоку рідини в робочому колесі відцентрової і осьової машини.	6	9
3	Тема 3. Теоретичні напірні характеристики турбомашин.	6	9
4	Тема 4. Характеристики зовнішніх мереж нагнітачів.	6	9
5	Тема 5. Призначення, класифікація вентиляторних установок.	6	9
6	Тема 6. Параметри відцентрових і осьових вентиляторів.	6	9
7	Тема 7. Спільна робота вентиляторів на загальну вентиляційну мережу.	6	9
8	Тема 8. Призначення, класифікація водовідливних та водопостачальних установок.	6	9
9	Тема 9. Кавітація в насосних установках.	6	9
10	Тема 10. Послідовна та паралельна робота насосів.	6	9
11	Тема 11. Устрій трубопроводів насосних установок.	6	9
12	Тема 12. Насоси об'ємного принципу дії (поршневі, гвинтові), вихрові насоси.	6	9
13	Тема 13. Устаткування насосних станцій.	6	9
14	Тема 14. Компресорні установки.	6	9
15	Тема 15. Багатоступінчатє стиснення повітря в компресорах.	6	9
16	Тема 16. Турбокомпресори.	6	9
17	Виконання індивідуальної розрахункової роботи	20	24
	Усього годин	116	168

6.5. Індивідуальні та/або групові завдання

Навчальним планом передбачено виконання індивідуальної розрахункової роботи. Мета роботи – закріплення теоретичних знань і практичних навичок, одержаних на лекційних та практичних заняттях. Індивідуальна робота виконується студентами у вигляді розрахунково-графічної роботи «Вибір нагнітача та розрахунок гідравлічної мережі»:

- розрахунок вихідних параметрів,
- вибір типу насоса і кількості робочих коліс нагнітача,
- розрахунок внутрішнього діаметра трубопроводу,
- визначення товщини стінки напірного трубопроводу,
- визначення рівняння напірної характеристики зовнішньої мережі установки,
- вибір приводного двигуна нагнітача,
- явище кавітації, визначення кавітаційного запасу та висоти всмоктування.

7. Література

7.1. Основна

1. Герасимов Г.Г. Нагнітачі та теплові двигуни. Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2012. – 552 с.
2. Вихорокамерні нагнітачі: монографія / Д. О. Сьомін, А. В. Роговий; Харків. нац. автомоб.-дорож. ун-т. - Харків : Мезіна В. В., 2017. - 203 с.
3. Нагнітачі та теплові двигуни: навчальний посібник / М. М. Чепурний, Н. В. Резидент. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 99 с.
4. Курбатов Ю.Л., Масс Н.С., Кравцов В.В. Нагнетатели и тепловые двигатели в теплотехнике. Ч. 1. Нагнетатели. Учебное пособие. – Донецк “НОРД-ПРЕСС”. 2011 – 109 с.
5. Герасимов Г.Г. Гідравлічні та аеродинамічні машини. Підручник. – Рівне: НУВГП, 2008. – 241 с.

7.2. Допоміжна

1. Дурнов П.И. Насосы, вентиляторы, компрессоры: Учеб. пособие для теплоэнерг. спец. вузов/Киев; Одесса: Вища шк., 1985. – 262с.
2. Черкасский В.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры: учеб. для вузов/ В.М. Черкасский. – М.: Энергоатомиздат, 1977. – 415 с.
3. Нигматулин И.Н. Тепловые двигатели: учеб. пособие для вузов/ И.Н. Нигматулин, В.А. Ценев, П.Н. Шляхин. – М.: Высшая школа, 1974. – 375 с.
4. Щегляев, А.В. Паровые турбины: теория теплового процесса и конструкций турбин учеб. для вузов/ А.В. Щегляев. – М.: Энергоатомиздат, 1993. – 357 с.
5. Рихтер, Л.А. Вспомогательное оборудование тепловых электростанций: учеб. пособие для вузов/ Л.А. Рихтер, Д.П. Елизаров, В.М. Лавыгин. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 216 с.
6. Малюшенко В. В., Михайлов, А. К. Энергетические насосы: справочное пособие/ В. В. Малюшенко, А. К. Михайлов. – М.: Энергоиздат, 1981. - 199 с.
7. Шерстюк А.Н. Насосы, вентиляторы, компрессоры : Учеб. пособие для энерг. спец. вузов - М.: Высш. школа, 1972. – 342с.

7.3. Методична

1. Методичні рекомендації до проведення практичних занять, виконання індивідуальної (розрахункової) роботи та самостійного вивчення дисципліни «Нагнітачі та теплові двигуни. Частина 1» – у розробці.

8. Інформаційні ресурси

1. <http://osar-compress.onaft.edu.ua/> – Кафедра компресорів та пневмоагрегатів Одеської національної академії харчових технологій.
2. <http://odnb.odessa.ua/> – Одеська національна наукова бібліотека.
3. <https://web.kpi.kharkov.ua/teplo/metodicheskie-materialy/> – Кафедра теплотехніки та енергоефективних технологій НТУ «ХП».
- 4.